

Original document

# DYNAMO-ELECTRIC MACHINE AND MANUFACTURE THEREOF

Publication number: JP2001054244

Publication date: 2001-02-23

Inventor: SHEN JINXING; DECKART ULRICH; PORTEOUS TOM; JENSEN NIELS M

Applicant: ABB RESEARCH LTD

Classification:




- international: **H02K1/18; H02K1/12; H02K15/02; H02K1/18; H02K1/12; H02K15/02; (IPC1-7): H02K1/18; H02K15/02**

- European:

Application number: JP20000221036 20000721

Priority number(s): DE19991034858 19990724

Also published as:

 EP1073181 (A1)  
 US6429568 (B1)  
 DE19934858 (A1)

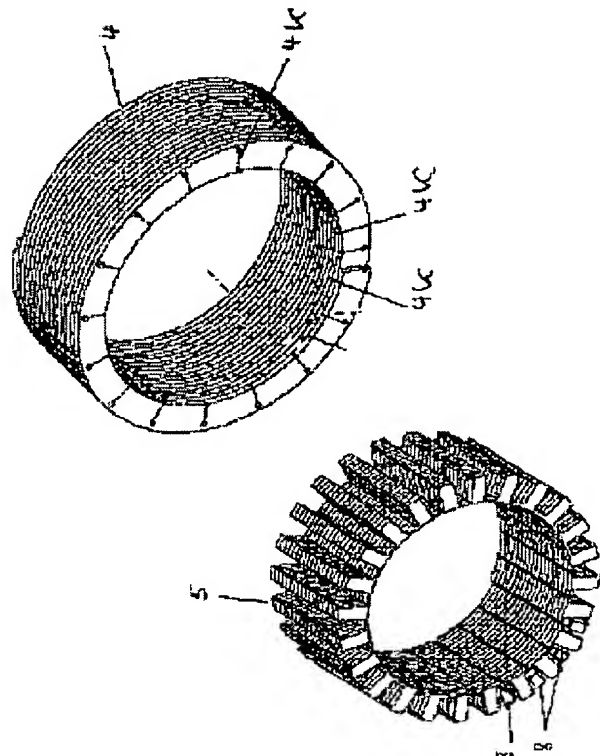
[View INPADOC patent family](#)

[View list of citing documents](#)

[Report a data error here](#)

## Abstract of JP2001054244

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To mechanically and permanently connect an external stator ring and an internal stator ring, without the use of a bonding agent by mechanically bonding these rings by winding them with a strip. **SOLUTION:** Any of the external stator ring 4 and internal stator ring 5 is manufactured from a strip of the particular shape. A strip used to wind an external stator ring 4 is provided with wedge-type notches 4K at a constant interval. Each notch 4K in the layer is covered completely with a closed part when the strip is wound, which does not, result in formation of gap. Meanwhile, the internal stator ring 5 is manufactured with a strip providing tooth-shape using a similar method. The internal stator ring 5 is cooled, an external stator ring 4 is heated, and the internal stator ring 5 is pushed into the external stator ring 4. As a result, two stator rings 4 and 5 are connected permanently rigidly, when these are returned to the room temperature.



---

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

Description of corresponding document:

**DE19934858**

Translate this text

Die Erfindung bezieht sich auf eine rotierende elektrische Maschine gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, sowie auf ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Maschine gemäss Patentanspruch 8.

Bei Maschinen mit einem Rotor und einem Stator, sind Ausführungsformen bekannt geworden, bei denen der Stator aus einem äusseren Statorring und einem inneren Statorring zusammengebaut wird. Diese beiden Ringe wiederum werden aus flächigen Bauelementen zusammengefügt. Diese haben alle die gleiche Form. Sie werden aufeinander gesetzt und dann verpresst. Da die Randprofile der flächigen Bauelemente für alle Lagen einheitlich sind, ergibt sich ein durchgehender Spalt, der eine beträchtliche magnetische Reluktanz verursacht. Der äussere und der innere Statorring sind über einen Kleber dauerhaft miteinander verbunden. Der mit dem Kleber gefüllte Spalt stellt ein grosses Hindernis für den magnetischen Fluss und die Ableitung der Wärme dar. Schadstoffe, die in dem Kleber enthalten sind, belasten zudem die Umwelt.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Maschine der eingangs genannten Art aufzuzeigen, bei der auf einen Kleber zum Verbinden des äusseren Statorrings mit dem inneren Statorring verzichtet werden kann. Ferner liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren aufzuzeigen, mit dem sich eine solche Maschine herstellen lässt.

Die Aufgabe die Maschine betreffend wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Die Aufgabe das Verfahren betreffend wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 8 gelöst.

Weitere erfinderische Merkmale sind in den abhängigen Ansprüchen gekennzeichnet. Die Erfindung wird nachfolgend an Hand von schematischen Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemässe rotierende elektrische Maschine im Vertikalschnitt,

Fig. 2 ein Band zum Wickeln des äusseren Statorrings,

Fig. 3 das Wickeln des äusseren Statorrings,

Fig. 4 ein Band zum Wickeln des inneren Statorrings,

Fig. 5 das Wickeln des inneren Statorrings,

Fig. 6 die Herstellung eines Bandes gemäss Fig. 4,

Fig. 7 den gewickelten inneren Statorring im Schnitt,

Fig. 8 den äusseren Statorring und den inneren Statorring vor dem Zusammenfügen.

Fig. 1 zeigt eine rotierende elektrische Maschine 1 mit einem innen liegenden Rotor 2 und einem aussen liegenden zweiteiligen Stator 3. Der Rotor 2 und der Stator 3 sind durch einen ringförmigen Luftspalt 2L voneinander getrennt. Der Stator 3 ist aus einem äusseren Statorring 4 und einem inneren Statorring 5

dauerhaft zusammengefügt. Das Verbinden des äusseren Statorrings 4 mit dem inneren Statorring 5 erfolgt mit Hilfe eines Schrumpfverfahrens. Hierbei wird beispielsweise der äussere Statorring 4 erwärmt. Nach dem sich sein innerer Durchmesser so weit wie erforderlich gedehnt hat, wird er über den inneren Statorring 4 geschoben. Nach dem Abkühlen des äusseren Statorrings 4 sind die beiden Ringe dauerhaft und fest miteinander verbunden. Für die Schrumpfverbindung kann auch der innere Statorring 5 stark gekühlt werden, damit sich sein Aussendurchmesser reduziert. Sind die gewünschten Abmessungen erreicht, wird der innere Statorring 5 in den äusseren Statorring 4 geschoben. Ferner ist es möglich, den äusseren Statorring 4 zu erwärmen, und gleichzeitig den inneren Statorring 5 zu kühlen. Hierbei muss der äussere Statorring 4 nicht so weit erwärmt werden, wie das der Fall ist, wenn der innere Statorring 4 überhaupt nicht gekühlt wird. Bei einer geringeren Erwärmung des äusseren Statorrings werden die Isoliermaterialien der Bleche und der Kupferdrähte geschont.

Erfindungsgemäss werden sowohl der äussere Statorring 4 als auch der innere Statorring 5 aus speziell geformten Bändern 4B bzw. 5B gefertigt, wie sie in den Fig. 2 und 4 zu sehen sind. Für die Herstellung des äusseren Statorrings 4 bzw. des inneren Statorrings 5 sind ein oder mehrere solche Bänder 4B, 5B erforderlich. Die Anzahl der Bänder 4B, 5B richtet sich nach der gewünschten Grösse des Stators 3. Ein Ausschnitt eines Bandes 4B, das zum Wickeln des äusseren Statorrings 4 verwendet wird, ist in Fig. 2 dargestellt. Das Band 4B ist in definierten Abständen mit keilförmigen Einschnitten 4K versehen. Jeder keilförmige Einschnitt verläuft senkrecht zur Längsachse des Bands 4B. Der Öffnungswinkel des keilförmigen Einschnittes ist so ausgelegt, dass die keilförmigen Öffnungen nach dem Wickeln gerade geschlossen sind. Am innen liegenden Ende eines jeden keilförmigen Einschnitts ist ein Loch 4L ausgebildet. Die Löcher 4L haben bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel einen nahezu runden Querschnitt. Die Löcher 4L können jedoch auch einen anderen Querschnitt aufweisen, wie an Hand von Fig. 3 zu sehen ist. Mit den keilförmigen Einschnitten 4K und den Löchern werden die Deformationen des Bandes 4B beim Aufwickeln lokalisiert. Wie an Hand von Fig. 3 zu sehen ist, wird zur Ausbildung des äusseren Statorrings 3 ein erstes Band 4B auf einen Dorn 6 gewickelt. Der Dorn 6 hat einen Durchmesser der dem Innendurchmesser des auszubildenden äusseren Statorrings 4 entspricht. Wie die Fig. 3 und 4 ferner zeigen, ist die Längskante 4J, mit welcher das Band 4B auf den Dorn 6 aufgesetzt wird, konkav gewölbt, während die zweite Längskante 4A konvexe Wölbungen aufweist. Der Abstand zwischen jeweils zwei keilförmigen Einschnitten 4K hat eine Länge  $L = D_i \cdot \sin((n \pm 1/m))$ , wobei  $D_i$  für den Innendurchmesser des äusseren Statorrings 4 steht;  $n \pm 1/m$  ist die Anzahl der Abschnitte zwischen den keilförmigen Einschnitten 4K, die benötigt werden, um eine Lage auf den Dorn 6 zu wickeln. Über den Parameter  $m$  wird die Überlappung der Abschnitte von Lage zu Lage festgelegt.

Beim Aufwickeln des Bandes 4B wird jeder Einschnitt 4K einer Lage beidseitig von einem vollständig geschlossenen Stück des Bandes 4B überdeckt, wie an Hand von Fig. 8 zu sehen ist. An keiner Stelle der Wicklung kommt es vor, dass der Einschnitte 4K einer vorangehenden Lage und einer nachfolgenden Lage deckungsgleich aufeinander liegen. Die Bildung von Luftspalten ist damit selbst zwischen zwei aufeinander folgenden Lagen ganz und gar ausgeschlossen. Damit erfolgt an keiner Stelle innerhalb des äusseren Statorrings 4 eine Behinderung und somit eine Reduzierung des magnetischen Flusses.

Das Band 4B wird Lage für Lage auf den Dorn 6 gewickelt, und zwar so, dass es mit seiner Längskante 4J auf dem Dorn 6 aufsteht. Dabei wird das Band 4B im Bereich der keilförmigen Einschnitte zusammengeschoben, wodurch die Deformationen des Bandes 4B lokalisiert werden. Beim Wickeln entsteht ein geschlossenes Band 4B, da die keilförmigen Einschnitte 4K zusammengeschoben werden. Falls sich beim Aufsetzen der Kanten und beim Positionieren des Bandes 4B Schwierigkeiten ergeben, ist es möglich, in die Löcher 4L Montagestifte 10 zu stecken, mit deren Hilfe das Band 4B an der jeweils vorgeschriebenen Stelle positioniert werden kann. Ist die gewünschte Anzahl von Wicklungen bzw. Lagen aufgespult, so wird das Band 4B durchtrennt. Das auf dem Dorn 6 befindliche Ende wird so befestigt, dass das Band 4B nicht selbständig von dem Dorn 6 gleiten kann. Der soweit gefertigte Statorring 4 wird anschliessend mit einem vorgebbaren Druck zusammengepresst, so dass keine Luftspalte zwischen den Wicklungen bzw. Lagen verbleiben. Damit ist der äussere Statorring 4 fertig gestellt.

Der innere Statorring 5 wird in ähnlicher Weise gefertigt. Hierfür wird das in Fig. 4 dargestellte Band 5B

verwendet. Das Band 5B ist mit Zähnen 5Z versehen, deren Längsachsen senkrecht zur Längsachse des Bandes 5B ausgerichtet sind. Die Zahnflanken 5V stehen senkrecht auf der Längsachse des Bandes 5B. Wie die Fig. 4 und 5 ferner zeigen, ist die Längskante 5T, mit welcher das Band 5B auf den Dorn 7 aufgesetzt wird, konkav gewölbt, während die zweite Längskante 5U konvexe Wölbungen aufweist. Jeder Zahn 5Z kann an seinem freien ersten Ende an jeder Flanke 5V mit einer keilförmigen Ausnehmung 5K versehen sein, die zur Begrenzung der einzulegenden Kupferdrähte in einem Raum 5R verwendet werden kann. Zwei unmittelbar aufeinander folgende Zähne 5Z sind an ihren zweiten Enden über jeweils einen Steg 5S miteinander verbunden. Jeder Steg 5S ist mittig an einer oder beiden Längskanten mit jeweils einer Ausnehmung 5A versehen. Die Ausnehmungen 5A können, wie hier gezeigt, einen nah zu halbkreisförmigen Querschnitt aufweisen, der bei Bedarf auch anders geformt sein kann. Hiermit wird die Deformation des Bandes 5B beim Aufwickeln gemäss Fig. 5 lokalisiert.

Für das Wickeln des inneren Statorrings 5 wird ein Dorn 7 verwendet. Dieser hat einen Aussendurchmesser, der den an gewünschten Innendurchmesser des inneren Statorrings 5 angepasst ist. Für die Herstellung des Bandes 5B wird ein Band 60 gemäss Fig. 6 verwendet, das geringfügig breiter als das Band 5B ist. Mit Hilfe einer hierfür geeigneten Vorrichtung (hier nicht dargestellt) können aus dem Band 60 zwei Bänder 5B hergestellt werden. Das ist deshalb möglich, weil die Abstände zwischen jeweils zwei Zähnen 5Z an die Breite der Zähne 5Z angepasst ist. Die Breite der Bänder 5B wird an die gewünschte Breite des Aussendurchmessers angepasst, den der innere Statorring 5 haben soll. Wird der innere Statorring 5 zum Verbinden mit dem äusseren Statorring 4 gekühlt, damit sein äusserer Durchmesser zunächst etwas schrumpft, so wird der äussere Durchmesser des inneren Statorrings 5 geringfügig grösser ausgebildet als der Innendurchmesser des äusseren Statorrings 4. Das Band 5B wird Lage für Lage so auf den Dorn 7 gewickelt, dass die Stege 5S mit ihren Aussenkanten auf der Oberfläche des Dorns 7 aufstehen. Dabei wird sichergestellt, dass die Zähne 5Z einer jeden Lage deckungsgleich auf die Zähne 5Z der bereits aufgewickelten Lage kommen, wie Fig. 8 zeigt. Damit wird erreicht, dass zwischen zwei aufeinanderfolgenden Stapeln von Zähnen 5Z ein Raum 5R gebildet wird, der über seine gesamte Länge die gleichen Abmessungen aufweist. Jeder dieser Räume 5R wird seitlich von einem Stapel von Zähnen 5Z und auf der nach innen zugewandten Seite von einem Stapel Stegen 5S begrenzt. Nach aussen hin sind die Räume 5R offen. Hat der innere Statorring 5 die gewünschte Länge erreicht, wird das Band 5B durchtrennt, und so befestigt, dass es nicht selbständig vom Dorn 7 gleiten kann. Anschliessend wird der innere Statorring 5 so gepresst, dass keine Luftspalte zwischen den einzelnen Lagen des aufgewickelten Bandes 5B verbleiben. Damit ist auch der innere Statorring 5 fertiggestellt. In jeden der Räume 5R wird jetzt eine elektrische Wicklung 8 eingesetzt, wie in Fig. 7 teilweise dargestellt. Um Kupfer einsparen zu können, weisen die elektrischen Wicklungen 8 an ihren ersten Enden Anschlüsse 8A auf, die zur Seite gebogen sind, während die Anschlüsse 8B an den zweiten Enden der elektrischen Wicklungen 8 parallel zur Symmetrieachse des inneren Statorrings 5 geführt sind. In diesem Fall kann beim Verbinden der beiden Statorringe 4 und 5 der innere Statorring 5 nur aus einer Richtung in den bzw. der äussere Statorring 4 nur aus einer Richtung über den inneren Statorring 5 geschoben werden. Für den Fall, dass bei der Herstellung der Wicklungen 8 kein Kupfer eingespart werden muss, können die Wicklungen 8 an beiden Seiten mit Anschlüssen 8B versehen werden. Hierdurch wird das Verbinden der beiden Statorringe 4 und 5 erleichtert. Die beiden Statorringe 4 und 5 werden erfindungsgemäss mit Hilfe eines Schrumpfverfahrens miteinander verbunden. Zu diesem Zweck wird bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel der innere Statorring 5 zunächst gekühlt und der äussere Statorring 5 erwärmt. Anschliessend wird, wie Fig. 8 gezeigt, der innere Statorring 5 in den äusseren Statorring 4 bzw. der äussere Statorring 4 über den inneren Statorring 5 geschoben. Wenn die beiden Statorringe 4 und 5 wieder Raumtemperatur angenommen haben, sind sie fest und dauerhaft miteinander verbunden.

Erfindungsgemäss besteht die Möglichkeit einen Ring, der in gleicher Weise wie der äussere Statorring 4 hergestellt wird, als Teil des Rotors einer elektrischen Maschine zu verwenden.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

Claims of corresponding document: **DE19934858**

Translate this text

1. Rotierende elektrische Maschine mit einem innen liegenden Rotor (2) und einem aussen liegenden Stator (3), der aus einem äusseren Statorring (4) und einem inneren Statorring (5) zusammengefügt ist, dadurch gekennzeichnet, dass der äussere Statorring (4) und der innere Statorring (5) aus jeweils wenigstens einem Band (4B, 5B) gewickelt und dauerhaft mechanisch miteinander verbunden sind.
2. Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der äussere Statorring (4) auf den inneren Statorring (5), der innere Statorring (5) in den äusseren Statorring (4), oder der äussere Statorring (4) auf und der innere Statorring (5) in den äusseren Statorring geschrumpft ist.
3. Maschine nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der äussere Statorring (4) aus einem Band (4B) hergestellt ist, das entlang einer ersten Längskante (4J) keilförmige Einschnitte (4K) aufweist, deren Längsachsen senkrecht zur Längsachse des Bandes (4B) ausgerichtet sind und die einen Öffnungswinkel aufweisen, dessen Abmessung gerade so gross ist, dass die keilförmigen Einschnitte (4K) nach dem Wickeln gerade geschossen sind, und dass am innen liegenden Ende eines jeden keilförmigen Einschnitts eine Loch (4L) mit vorgebbarem Querschnitt ausgebildet ist.
4. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Längskante (4J) des Bandes (4) zwischen jeweils zwei keilförmigen Einschnitten (4K) mit konkaven Wölbungen und die gegenüberliegende Längskante (4A) mit konvexen Wölbungen versehen ist, und dass der Abstand zwischen jeweils zwei keilförmigen Einschnitten (4K) eine Länge  $L = D_i \cdot \sin(1/(n_s \pm 1/m))$  aufweist, wobei  $D_i$  für den Innendurchmesser des äusseren Statorrings (4) steht,  $n_s \pm 1/m$  die Anzahl der Abschnitte zwischen den keilförmigen Einschnitten (4K) ist, die benötigt werden, um eine Lage auf den Dorn 6 zu wickeln, und mit  $m$  die Überlappung der Abschnitte von Lage zu Lage festgelegt ist.
5. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Band (4B) so zu einem äusseren Statorring (4) gewickelt, dass der Innenbereich des äusseren Statorrings (4) durch die konkaven Wölbungen der Längskante (4J) begrenzt ist.
6. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der innere Statorring (5) aus einem Band (5B) hergestellt ist, das mit Zähnen (5Z) versehen ist, deren Längsachsen senkrecht zur Längsachse des Bandes (5B) ausgerichtet sind, und dass die Länge der Zähne (5Z) an die Breite des Bandes (5B) angepasst ist.
7. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Zahn (5Z) im Bereich seines freien ersten Endes an jeder Flanke (5V) mit einer keilförmigen Ausnehmung (5K) versehen ist, dass die zweiten Enden von jeweils zwei unmittelbar aufeinander folgenden Zähne (5Z) über jeweils einen Steg (5S) miteinander verbunden sind, dessen Länge an die Breite der Zähne (5Z) angepasst und der mittig an einer oder beiden Längskanten mit je einer Ausnehmungen (5A) versehen ist.
8. Verfahren zur Herstellung einer rotierenden elektrischen Maschine mit einem innen liegenden Rotor (2) und einem aussen liegenden Stator (3), der aus einem äusseren Statorring (4) und einem inneren Statorring (5) zusammengefügt wird, dadurch gekennzeichnet, dass der äussere Statorring (4) und der innere Statorring (5) aus jeweils wenigstens einem Band (4B, 5B) gewickelt und anschliessend dauerhaft mechanisch miteinander verbunden werden.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der äussere Statorring (4) auf den inneren Statorring (5), der innere Statorring (5) in den äusseren Statorring (4) oder der äussere Statorring (4) auf und der innere Statorring (5) in den äusseren Statorring geschrumpft wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der äussere Statorring (4) aus einem Band (4B) hergestellt wird, das entlang einer ersten Längskante (4J) keilförmige Einschnitte (4K) aufweist, deren Längsachsen senkrecht zur Längsachse des Bandes (4B) ausgerichtet werden und die einen

Öffnungswinkel mit solchen Abmessungen aufweisen, dass die keilförmigen Einschnitte (4K) nach dem Wickeln gerade geschlossen werden, und dass am innen liegenden Ende eines jeden keilförmigen Einschnitts (4K) eine Loch (4L) mit vorgebbaren Querschnitt ausgebildet wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, jeder Abschnitte zwischen zwei keilförmigen Einschnitten (4K) mit einer konkaven und der Abschnitt der gegenüberliegenden Längskante (4A) mit einer konvexen Wölbung versehen wird, und dass der Abstand zwischen jeweils zwei keilförmigen Einschnitten (4K) eine Länge  $L = D_i \cdot \sin((n_s \pm 1/m))$  aufweist, wobei  $D_i$  für den Innendurchmesser des äusseren Statorrings (4) steht,  $n_s \pm 1/m$  die Anzahl der Abschnitte zwischen den keilförmigen Einschnitten (4K) angibt, die benötigt werden, um eine Lage auf den Dorn 6 zu wickeln und mit  $m$  die Überlappung der Abschnitte von Lage zu Lage festgelegt.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass beim Aufwickeln des Bandes (4B) jeder Einschnitt (4K) einer jeden Lage zur Vermeidung von Luftspalten beidseitig von einem vollständig geschlossenen Stück des Bandes (4B) überdeckt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Band (4B) auf einen Dorn (6) gewickelt wird, dessen Aussendurchmesser gleich oder geringfügig kleiner als der Innendurchmesser des zu fertigenden äusseren Statorrings (4) gewählt wird, und dass das Band (4K) so auf den Dorn (6) gewickelt wird, dass die Längskante (4J) mit den keilförmigen Einschnitten (4K) auf dem Dorn (6) aufsteht.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der innere Statorring (5) aus einem mit Zähnen (5Z) versehenen Band (5B) gewickelt wird, deren Längsachsen senkrecht zur Längsachse des Bandes (5B) ausgerichtet werden, und deren Länge an die Breite des Bandes (5B) angepasst wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Zahn (5Z) im Bereich seines freien ersten Endes an jeder Flanke (5V) mit einer keilförmigen Ausnehmung (5K) versehen wird, dass die zweiten Enden von jeweils zwei unmittelbar aufeinander folgenden Zähnen (5Z) über jeweils einen Steg (5S) miteinander verbunden werden, dessen Länge an die Breite der Zähne (5Z) angepasst und der an einer oder beiden Längskanten mittig mit einer Ausnehmung (5A) versehen wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Band (5B) so auf einen Dorn (7) gewickelt wird, dass die Stege (5S) auf dem Dorn (7) aufstehen, und dass anschliessend in dem zwischen jeweils zwei Stapeln von Zähnen (5Z) gebildeten Raum (5R) jeweils eine elektrische Wicklung (8) angeordnet wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 15, dass ein entsprechend dem äusseren Statorring (4) hergestellter Ring, als Teil des Rotors (2) einer elektrischen Maschine (1) verwendet wird.

---

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide